การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

โมเมนตัม momentum

อาจหาญ สัตยารักษ์

การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น มีปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น ความเร็ว แรง พลังงาน หรือโมเมนตัม เป็นต้น ปริมาณโมเมนตัม (momentum) ซึ่งในการเรียนนั้นใช้สัญลักษณ์แทนคือ $\vec{P}$ เป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ มวลและความเร็ว (m และ $\vec{v}$) จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง โดยมีขนาดเท่ากับ ผลคูณของมวลกับความเร็ว ($\vec{P} = m\vec{v}$) และมีทิศทางเดียวกันกับทิศทางของความเร็วนั้นนั่นเอง

โมเมนตัมเป็นเนื้อหาที่เรียนในระดับชั้น ม.4 โดยศึกษาเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. โมเมนตัมใน 1 มิติ เช่น ลูกบอลกระทบกับกำแพงตามแนวราบ การชนของวัตถุ 2 ชิ้นในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฯลฯ

2. โมเมนตัมใน 2 มิติ เช่น การชนของวัตถุตั้งแต่ 2 ชิ้นโดยทั่ว ๆ ไป

โปรแกรมการเรียนการสอนฟิสิกส์คราวนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

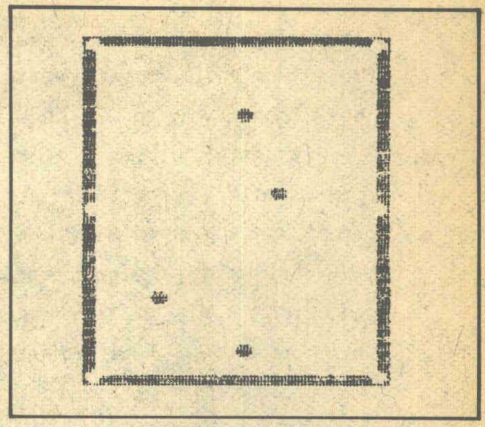
ส่วนที่ 1 ส่วนที่จะใช้ในการชักนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งจะเป็นส่วนจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ตามโปรแกรมนั้นจะเป็นการแสดงการแทงสนุ๊กเกอร์บนจอภาพ (โปรดอย่าได้คิดเลยเถิดไปว่าเป็นการส่งเสริมด้านการพนันนะครับ) ผู้สอนอาจจำลอง

รูปแบบการกระทบแต่ละครั้งของการชนไว้บนกระดาน เพื่อเป็นคำถามตอนท้ายของการเรียนก็ได้ ซึ่งก็จะเริ่มดังรูปที่ 1 นั่นเอง

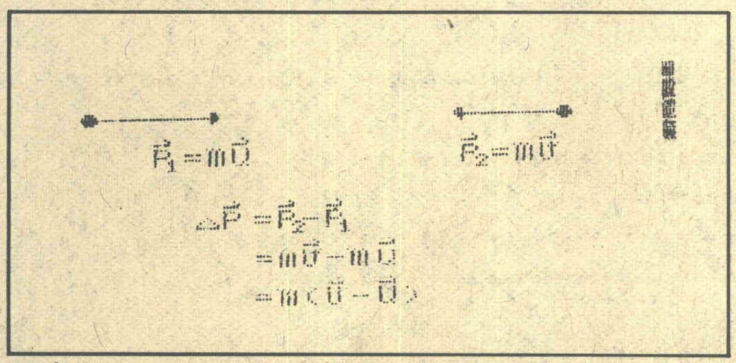
ส่วนที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม 1 มิติ ซึ่งเป็นการแสดงการที่ลูกบอลวิ่งเข้าหากำแพง แล้วสะท้อนออกมาในทิศตรงข้ามกับแนวเดิมก่อนการกระทบ ดังรูปที่ 2

ส่วนที่ 3 (รูปที่ 3) แสดงโมเมนตัม 2 มิติ เป็นการวิ่งชนกันของลูกบอลสองลูก โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกันไป

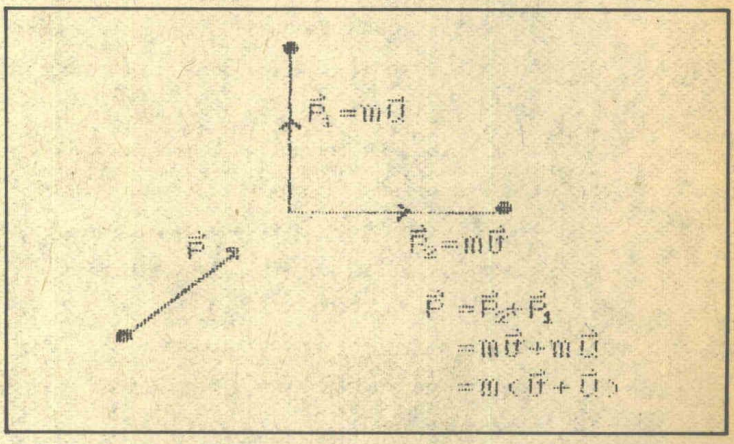
โดยคราวนี้ประกอบด้วยโปรแกรมสำคัญถึง 2 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 1 เป็นแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิกที่ค่อนข้างยาวหน่อย และโปรแกรมที่ 2 เป็นโปรแกรมภาษาเครื่องเก็บรูปโต๊ะสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรมเบสิก อาจารย์ฟิสิกส์คงต้องตั้งใจหน่อยตอนนั่งคีย์โปรแกรมนี้เข้าเครื่อง...แต่เพื่อศิษย์รักของเราก็คิดว่าต้องทำได้เสมอ (แต่



รูปที่ 1 แสดงการตบลูกลงหลุมต่าง ๆ เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้เรื่องโมเมนตัม



รูปที่ 2 แสดงโมเมนตัม 1 มิติ ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบกับกำแพงแล้วกระดอนออก



รูปที่ 3 แสดงโมเมนตัม 2 มิติ การกระทบกันของลูกบอล 2 ลูก

รูปที่ 4 โปรแกรมโมเมนตัม

```
5    HOME : PRINT  CHR$ (4);"BLOAD MOMENTUM.PIC,A$6000": HGR2 : HCOLOR= 3: SCALE  = 1: ROT= 0: POKE
     232,0: POKE 233,96
10   REM   MOMENTUM'S DEMO
12   DRAW 1 AT 40,165: DRAW 2 AT 115,165: DRAW 3 AT 40,105: FOR Y = 150 TO 60 S   TEP  - 15: IF Y =
     105  THEN  NEXT
13   DRAW 4 AT 40,Y: DRAW 4 AT 126,Y: NEXT
14   ROT= 32: DRAW 1 AT 129,32: DRAW 2 AT 54,32
15   DRAW 3 AT 129,91: ROT= 16: FOR X = 55 TO 100 STEP 15: DRAW 4 AT X,162: DRA  W 4 AT X,32: NEXT
20   DRAW 5 AT 85,150: DRAW 5 AT 85,60: DRAW 5 AT 95,90: DRAW 5 AT 61,130
25   FOR K = 1 TO 2000: NEXT
30   FOR Y = 150 TO 60 STEP  - 2: DRAW 5 AT 85,Y: FOR K = 1 TO 20: NEXT
32   S =  PEEK ( - 16336)
35   XDRAW 5 AT 85,Y: NEXT
40   FOR X = 0 TO 37:Y = X / 4 * 2.4:X1 = Y + 4
42   IF X < 2 THEN  HCOLOR= 0: DRAW 5 AT 83,62: HCOLOR= 3
43   DRAW 5 AT 85 - X1,60 - Y: DRAW 5 AT 84 + X,60 - Y
45   S =  PEEK ( - 16336): XDRAW 5 AT 85 - X1,60 - Y: XDRAW 5 AT 84 + X,60 - Y: NEXT
```

```
47  FOR Y = 0 TO 14: DRAW 5 AT 58 - Y,37 + Y:S =  PEEK ( - 16336)
48  FOR K = 1 TO 60: NEXT : XDRAW 5 AT 58 - Y,37 + Y: NEXT
49  FOR X = 0 TO 15: DRAW 5 AT 45 + X,52 + X:S = PEEK ( - 16336): FOR K = 1 TO 70: NEXT : XDRAW
    5 AT 45 + X,52 + X: NEXT : DRAW 5 AT 45 + X,52 + X
55  FOR J = 1 TO 3000: NEXT
60  FOR X = 0 TO 34:Y = X * 22 / 34: DRAW 5 AT 61 + X,68 + Y:S =  PEEK ( - 163 36): FOR I = 1 TO
    5: NEXT : XDRAW 5 AT 61 + X,68 + Y: NEXT
61  FOR X = 0 TO 27:Y = X * 5 / 27
62  IF X < 10 THEN  HCOLOR= 0: DRAW 5 AT 96,89: DRAW 5 AT 97,92: HCOLOR= 3
63  DRAW 5 AT 95 + X,90 + Y: DRAW 5 AT 95,90 + 2.5 * Y:S =  PEEK ( - 16336) :  XDRAW 5 AT 95 +
    X,90 + Y: XDRAW 5 AT 95,90 + 2.5 * Y: NEXT
64  DRAW 5 AT 95,90 + 2.5 * Y
65  FOR I = 1 TO 2000: NEXT
68  FOR X = 0 TO 35:Y = X * 28 / 35: DRAW 5 AT 95 - X,102 + Y:S =  PEEK ( - 16 336): FOR J = 1 TO
    4: NEXT : XDRAW 5 AT 95 - X,102 + Y: NEXT
70  FOR X = 0 TO 16:Y = X * 26 / 16: DRAW 5 AT 60 - X,130 + Y:  DRAW 5 AT 60 -  X,130 - Y / 2:S =
    PEEK ( - 16336)
71  IF X < 10 THEN  HCOLOR= 0: DRAW 5 AT 60,129: DRAW 5 AT 63,132: HCOLOR= 3
72  XDRAW 5 AT 60 - X,130 + Y: XDRAW 5 AT 60 - X,130 - Y / 2: NEXT
73  FOR X = 0 TO 10:Y = X * 26 / 16: DRAW 5 AT 44 + X,117 - Y:S =  PEEK ( - 16  336)
75  FOR J = 1 TO 50: NEXT : XDRAW 5 AT 44 + X,117 - Y: NEXT : DRAW 5 AT 44 + X  ,117 - Y
80  FOR K = 1 TO 3000: NEXT : HGR2
87  DRAW 5 AT 20,50: FOR I = 0 TO 3: HPLOT 270 + I,30 TO 270 + I,60: NEXT
88  FOR X = 20 TO 265 STEP 2: DRAW 5 AT X,50:S =  PEEK ( - 16336): FOR K = 1 T  O 5: NEXT : XDRAW
    5 AT X,50: NEXT
89  FOR X = 265 TO 200 STEP  - 1: DRAW 5 AT X,50:S = PEEK (- 16336): FOR K = 1 TO 5: NEXT : XDRAW
    5 AT X,50: NEXT : DRAW 5 AT X,50
93  FOR I = 61 TO 160: HCOLOR= 0: HPLOT 0,I TO 279,I: NEXT : HCOLOR= 3: XDRAW   5 AT X,50: FOR I
    = 20 TO 100: DRAW 5 AT I,50:S =  PEEK ( - 16336): XDRAW 5 AT   I,50: NEXT : DRAW 5 AT 100,50
94  FOR I = 1 TO 1500: NEXT : HPLOT 100,48 TO 140,48 TO 138,46 TO 140,48 TO 13  8,50
98  FOR X = 155 TO 265 STEP 2: DRAW 5 AT X,50:S =  PEEK ( - 16336): FOR K = 1  TO 5: NEXT : XDRAW
    5 AT X,50: NEXT
99  FOR X = 256 TO 240 STEP  - 1: DRAW 5 AT X,50:S =  PEEK ( - 16336): FOR K =   1 TO 5: NEXT :
    XDRAW 5 AT X,50: NEXT : DRAW 5 AT X,50
100 HPLOT X,48 TO X - 30,48 TO X - 28,46 TO X - 30,48 TO X - 28,50
110 ROT= 0:XX = 110:YY = 66:X = 100:Y = 0: GOSUB 3000: FOR K = 1 TO 1000: NEX  T
120 XX = 140:YY = 90: GOSUB 3200: POKE  - 16368,0
140 IF  PEEK ( - 16384) < 127 THEN 140
150 HGR2 : REM  2-D
152 DRAW 5 AT 30,170: DRAW 5 AT 100,100: FOR J = 1 TO 2000: NEXT : FOR X = 0  TO 70: DRAW 5 AT
    30 + X,170 - X:S =  PEEK ( - 16336): FOR J = 1 TO 5: NEXT : X DRAW 5 AT 30 + X,170 - X: NEXT
153 FOR X = 0 TO 60: DRAW 5 AT 100 + X,100: DRAW 5 AT 100,100 - X
154 IF X < 10 THEN  HCOLOR= 0: DRAW 5 AT 102,98: DRAW 5 AT 100,102: HCOLOR= 3
155 S =  PEEK ( - 16336): FOR J = 1 TO 5: NEXT : XDRAW 5 AT 100 + X,100: XDRAW  5 AT 100,100 -
    X: NEXT
```

```
160  DRAW 5 AT 30,170: DRAW 5 AT 100,100: FOR J = 1 TO 1000: NEXT : FOR X = 0 TO 16: DRAW 5 AT 30
     + X,170 - X:S =  PEEK ( - 16336): FOR J = 1 TO 5: NEXT : X DRAW 5 AT 30 + X,170 - X: NEXT :
     DRAW 5 AT 50,150
161  HPLOT 50,150 TO 85,115 TO 82,114 TO 85,115 TO 85,118
162  FOR X = 0 TO 11: DRAW 5 AT 85 + X,112 - X:S =  PEEK ( - 16336): FOR J = 1 TO 5: NEXT : XDRAW
     5 AT 85 + X,112 - X: NEXT
163  FOR X = 0 TO 60: IF X < 10 THEN  HCOLOR= 0:: DRAW 5 AT 100,100: HCOLOR= 3   : HPLOT 100,100
     TO 100,100 - X: HPLOT 100,100 TO 100 + X,100
164  DRAW 5 AT 100 + X,100: DRAW 5 AT 98,100 - X:S =  PEEK ( - 16336): FOR J =    1 TO 5: NEXT :
     XDRAW 5 AT 100 + X,100: XDRAW 5 AT 98,100 - X: HPLOT 100 + X,1 00: HPLOT 100,100 TO 100,100
     - X: NEXT
165  DRAW 5 AT 100 + X,100: DRAW 5 AT 98,100 - X
170  HPLOT 132,97 TO 135,100 TO 132,103: HPLOT 97,68 TO 100,65 TO 103,68
175  DRAW 6 AT 70,118
180  XX = 105:YY = 65:Y = 50:X = 30: GOSUB 3000: FOR K = 1 TO 1000: NEXT :XX =     140:YY = 140:
     GOSUB 3210
190  X = 166: FOR I = 135 TO 165 STEP 15: HPLOT X,I TO X,I + 4:X = X + 7: NEXT : POKE  - 16368,0
200  IF  PEEK ( - 16384) < 127 THEN 200
2000 TEXT : END
3000 DRAW 14 AT XX,YY: DRAW 11 AT XX + 9,YY: DRAW 7 AT XX + 16,YY: DRAW 8 AT XX + 23,YY
3100 DRAW 15 AT XX + X,YY + Y: DRAW 11 AT XX + X + 9,YY + Y: DRAW 7 AT XX + X  + 16,YY + Y: DRAW
     9 AT XX + X + 23,YY + Y: RETURN
3200 DRAW 16 AT XX - 7,YY
3210 DRAW 6 AT XX,YY: DRAW 11 AT XX + 9,YY: DRAW 15 AT XX + 16,YY: DRAW 17 AT  XX + 23,YY: DRAW
     14 AT XX + 30,YY
3300 YY = YY + 15: DRAW 11 AT XX + 9,YY: DRAW 7 AT XX + 16,YY: DRAW 9 AT XX +  23,YY: DRAW 17 AT
     XX + 30,YY: DRAW 7 AT XX + 37,YY: DRAW 8 AT XX + 45,YY
3400 YY = YY + 15: DRAW 11 AT XX + 9,YY: DRAW 7 AT XX + 16,YY: DRAW 12 AT XX +  23,YY: DRAW 9 AT
     XX + 30,YY: DRAW 17 AT XX + 37,YY: DRAW 8 AT XX + 45,YY: DRAW  13 AT XX  + 52,YY
4000 RETURN
```

ให้นักเรียนชมรมคอมพิวเตอร์ของท่านนั่งคีย์จะดีที่สุด)

มาพบกับหน้าตาของโปรแกรมทั้ง 2 ได้เลย (รูปที่ 4 และ 5)

ผู้เขียนต้องขออภัยด้วยที่โปรแกรมคราวนี้ยาวมาก เพราะโปรแกรมในรูปที่ 1 กินเนื้อที่ประมาณ 14 เซกเตอร์ ส่วนโปร-แกรมภาษาเครื่องกินประมาณ 3 เซกเตอร์ เลยกลัวว่าผู้อ่านจะไม่กล้านั่งคีย์โปรแกรม แต่ขอรับรองว่าโปรแกรมนี้คุ้มค่าเหนื่อยมากทีเดียว จะช่วยให้นักเรียนชั้น ม.4 ของท่านสนใจ และรู้เรื่องโมเมนตัมอีกเยอะเลย

ท่านอาจดัดแปลงไปสอนเรื่องอื่นที่เป็นการเคลื่อนที่ก็คงจะใช้ได้เช่นกัน

หมายเหตุ : โปรแกรมในรูปที่ 5 นั้นท่านที่ทำได้คงไม่มีปัญหา สำหรับผู้ที่ไม่เคยเลยให้ทำดังนี้ พิมพ์ CALL-151 แล้วกดรีเทอร์น จะเข้าสู่โหมดมอนิเตอร์ จากนั้นพิมพ์ตามโปรแกรมนี้ทีละบรรทัด (โดยเปลี่ยน – เป็น : ทุกบรรทัดด้วย) จบบรรทัดด้วยการกดรีเทอร์นทุกครั้ง จนกระทั่งเสร็จ ให้กด CTRL-C ตามด้วยรีเทอร์น จะกลับเข้าสู่เบสิกใหม่ ให้พิมพ์โดยไม่มีบรรทัดดังนี้

BSAVE MOMENTUM.PIC, A$6000, L$1BA

แล้วกดรีเทอร์นเครื่องจะเก็บโปรแกรมไว้ในแผ่นดิสค์ ก็เป็นอันเสร็จเรียบร้อย

(สำหรับท่านที่ไม่มีดิสค์ไดรฟ์ ก็อย่าออกมาจากโหมดมอนิเตอร์ ให้พิมพ์ 6000.61BAW เปิดเทปเพื่ออัดให้พร้อมแล้วกดรีเทอร์น เมื่อเคอร์เซอร์กลับคืนมาเมื่อไหร่ก็เป็นอันจบ และตอนเรียกเข้ามาก็เข้าโหมดมอนิเตอร์ แล้วพิมพ์ 6000.61BAR เปิดเทปกดรีเทอร์น)

รูปที่ 5 โปรแกรมเก็บรูปและสัญลักษณ์ต่าง ๆ 19 รูป

```
*6000.61BA

6000- 13 00 2A 00 66 00 A2 00
6008- C4 00 E3 00 F0 00 01 01
6010- 10 01 22 01 36 01 4B 01
6018- 53 01 5B 01 63 01 79 01
6020- 92 01 9D 01 A2 01 AC 01
6028- BB 01 19 2D 2D 2D 2D 2D
6030- 2D 2D 24 3C 3F 3F 3F 97
6038- DB DB 24 24 24 24 24 24
6040- 2C 2D 36 36 36 36 3F 96
6048- 40 18 20 24 24 2C 36 36
6050- 36 96 4A 89 22 74 2D 2D
6058- 2D 3E 3F 3F FF 5B 21 DF
6060- 13 04 40 18 25 00 2D 2D
6068- 2D 2D 2D 2D 2D 24 24 24
6070- 24 24 24 24 3F 37 36 36
6078- 76 25 24 24 3C 36 36 B6
6080- 12 40 03 FD F8 92 92 23
6088- 1C 3F 3F 3F 37 2D 2D 2D
6090- 35 3F 3F 3F 6F 49 49 49
6098- 09 04 40 18 E7 D6 9B 0E
60A0- 26 00 24 24 24 24 24 24
60A8- 24 2D 35 96 24 96 92 92
60B0- 92 24 24 3F 36 36 25 24
60B8- 04 40 18 40 18 24 3C 36
60C0- 36 96 22 00 24 24 24 24
60C8- 24 24 24 35 36 36 36 36
60D0- 36 36 2E 24 24 24 24 24
60D8- 24 24 35 36 36 36 36 36
60E0- 36 26 00 29 65 3F 3F 2C
60E8- 2D 25 3F 3F 0C 2D 04 00
60F0- 21 24 24 2C 2D 0E BE 3F
60F8- 04 40 18 18 2D 2D E4 04
6100- 00 21 24 24 1C 0D 0D 1E
6108- 36 36 6E 19 24 24 24 00
6110- 09 1C 24 24 24 28 2D 25
6118- 1C 96 0A 36 36 1E 1E 0D
6120- 04 00 09 65 24 24 24 28
6128- E4 D6 3F 16 36 36 26 40
6130- 18 09 0D 0C 04 00 09 1C
6138- 24 24 04 40 03 2D 2D E4
6140- 96 DA 75 05 30 36 F6 1E
6148- 0D 04 00 40 2D 2D 04 38
6150- 3F 27 00 49 E1 1C 24 0C
6158- 0C 04 00 09 0C 0C 24 1C
6160- 1C 04 00 21 24 24 24 28
6168- 2D 25 1C 96 DA 2D 0E F6
6170- 3F 56 09 0C 36 36 6F 04
6178- 00 21 24 24 24 28 2D 25
6180- 1C 96 DA 2D 0E F6 3F 96
6188- 49 28 28 0E 1E 1E 17 2D
6190- 25 00 2D 2D 2D E4 1C 1C
6198- 1E 17 1E 04 00 40 28 2D
61A0- 25 00 49 39 1C 24 24 B4
61A8- 09 FF 04 00 21 24 24 24
61B0- 28 2D 25 1C 96 0A 3F B7
61B8- 2A 25 00
```

คำอธิบายประกอบโปรแกรม

บรรทัดที่	คำอธิบายการทำงาน
5	เรียกตารางรูปภาพชื่อ MOMENTUM.PIC เข้าที่หน่วยความจำ 6000(HEX) และเข้าสู่กราฟิก(HGR2)
10 – 25	เป็นส่วนที่จะนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดอยากเรียนรู้ โดยแสดงรูปโต๊ะบิลเลียด(มองจากด้านบน) และมีลูกอยู่บนโต๊ะ 4 ลูก (รูปที่ 1)
30 – 55	แสดงการตบลูกบนสุดลงหลุมบนขวา แล้วลูกที่ยิงจะไปกระดอนที่ขอบโต๊ะกลับลงมา
60 – 65	แสดงการตบลูกที่สอง (นับจากบนลงมา ตามรูปที่ 1) ลงหลุมกลางขวา
68 – 75	แสดงการตบลูกสุดท้ายที่เหลือลงหลุมล่างซ้าย ซึ่งเป็นการสิ้นสุดส่วนนำสู่บทเรียนนี้
80 – 89	เริ่มส่วนที่แสดง โมเมนตัม 1 มิติ โดยแสดงการวิ่งของลูกบอลกระทบกับกำแพง และสะท้อนออกมา
93 – 94	แสดงลูกบอลวิ่งเข้าหากำแพงใหม่ พร้อมกับแสดงขนาดโมเมนตัมก่อนการกระทบ($\vec{P}_1$)
98 – 100	แสดงการสะท้อนกลับของลูกบอล และขนาดของโมเมนตัมหลังการกระทบ($\vec{P}_2$)
110 – 120	เรียกซับรูทีนเพื่อเขียนผลของโมเมนตัมที่เปลี่ยน($\triangle P$) แสดงทั้งหมดดังรูปที่ 2
140	หยุดรอการกดแป้นเพื่อทำงานต่อ
150 – 155	เริ่มส่วนที่จะแสดง โมเมนตัม 2 มิติ เป็นการชนของลูกบอล 2 ลูก โดยให้ลูกแรกวิ่งเข้าชนอีกลูกหนึ่งซึ่งหยุดนิ่ง (แสดงให้ดู 1 ครั้งก่อน)
160 – 161	แสดงการชนครั้งที่สอง พร้อมกับแสดงขนาดโมเมนตัมก่อนการชน($\vec{P}$)
162 – 170	แสดงการชนของลูกบอลทั้งสอง โดยแสดงขนาดโมเมนตัมย่อยทั้งสอง ($\vec{P}_1$ และ $\vec{P}_2$) ซึ่งเป็นโมเมนตัมหลังการชน
175 – 190	เรียกซับรูทีนเพื่อแสดงผลของ $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ ดังรูปที่ 3
3000	ซับรูทีนเขียน $\vec{P}_1 = m\vec{u}$
3100	ซับรูทีนเขียน $\vec{P}_2 = m\vec{v}$
3200	ซับรูทีนเขียนสัญลักษณ์ $\triangle$
3210 – 3400	ซับรูทีนเขียน $\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$ $= m\vec{v} - m\vec{u}$ $= m(\vec{v} - \vec{u})$

นิทานยุคคอมพิวเตอร์

พ่อมดผู้วิเศษ กับ กระจกหยั่งรู้

กฤษฎากร
เชวงศักดิ์โสภาคย์

กาลครั้งหนึ่งยังไม่ค่อยนานเท่าไหร่ ยังมีพ่อมดใจดีคนหนึ่งอาศัยอยู่ในแดนศิวิไลซ์ไกลสุดขอบฟ้า มีอำนาจวิเศษที่จะเดินทางไปไหนๆ หรือมิติใดๆ ก็ได้ เพื่อชี้ทางแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยของวิเศษที่สามารถล่วงรู้ความจริงทุกสิ่งในจักรวาล ซึ่งใครๆ มักเรียกกันว่า "กระจกหยั่งรู้"

ตอน ตำนานเครื่องยนต์

ในคืนฤดูหนาวคืนหนึ่ง ที่โรงงานเล็กๆ ในประเทศเยอรมัน มีชายผู้ซึ่งกำลังคร่ำเคร่งอยู่กับงานของเขา เขาชื่อนิโคลัส ออโต ออโต สนใจเครื่องจักรกลมาตั้งแต่เด็ก เขาใฝ่ฝันว่าสักวันหนึ่งเขาจะต้องสามารถสร้างเครื่องจักรที่ดีกว่าเครื่องจักรไอน้ำที่ใช้กันอยู่ให้สำเร็จและในคืนนั้นเองขณะที่ออโตหลับ เขาฝันไปว่า เขาเดินหลงทางไปพบเมืองๆ หนึ่ง เต็มไปด้วยพ่อมดและแม่มดแต่งตัวประหลาดมากมาย พ่อมดแม่มดเหล่านั้นไปไหนมาไหนด้วยยานพาหนะรูปร่างประหลาด ที่สามารถวิ่งได้เร็วกว่าม้าหลายเท่า ออโตรู้สึกประหลาดใจมาก จึงตัดสินใจเดินเข้าไปถามพ่อมดคนหนึ่ง พ่อมดใจดีคนนั้น จึงหยิบของวิเศษมาให้ออโตดู มีลักษณะเป็นกระจกมีสายต่อเข้ากับกล่องใบเล็กๆ ที่ฝาเขียนว่า ZX-81 พ่อมดบอกออโตว่าของสิ่งนี้สามารถจะอธิบายในสิ่งที่เขาต้องการรู้ได้ เวลาจะใช้จะต้องใช้เวทมนตร์กำกับการใช้เสียก่อน แล้วพ่อมดก็แสดงให้ออโตดู (เพิ่ม 16K ด้วย)

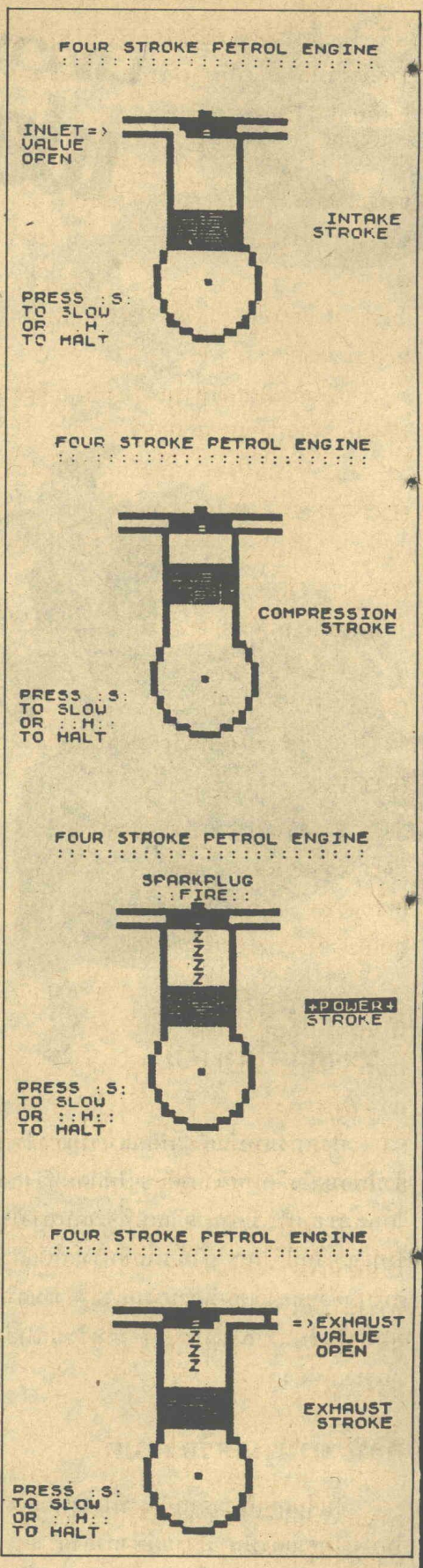
เรามาดูกันซิว่าเวทมนตร์ของพ่อมด เป็นอย่างไร (ดังรูปที่ 1)

รูปที่ 1 เวทมนตร์ (โปรแกรม) ที่ใช้

```
1ϕ  FAST
2ϕ  PRINT TAB 3; "FOUR STROKE PETROL ENGINE"; TAB 3; "::::::::::::::::::::::::::"
3ϕ  GOSUB500
4ϕ  PRINT AT 18, ϕ; "PRESS :S:"; TAB ϕ;"TO SLOW"; TAB ϕ;"OR ::H::"; TAB ϕ;"TO HALT"
5ϕ  LET X = 12
6ϕ  LET Y = ϕ
7ϕ  FOR I = 1 TO 2
8ϕ  REM DOWNSTROKE
9ϕ  LET Y = Y+1
1ϕϕ IF Y = 5 THEN LET Y = 1
11ϕ IF Y = 1 THEN PRINT AT 6, ϕ; "INLET =>"; TAB ϕ;"VALUE"; TAB ϕ;"OPEN"
12ϕ PRINT AT 6, 12; V$(Y); AT 12, 19; L$(Y); TAB 23;"STROKE"
13ϕ IF Y = 3 THEN PRINT AT 3, 1ϕ; "SPRAKPLUG"; TAB 11;"::FIRE::"
14ϕ FOR F = 7 TO 11
15ϕ IF INKEY $ = "S" THEN GOSUB 45ϕ
16ϕ PRINT AT F, X; S$; TAB X; P$; TAB X; P$; TAB X; P$
17ϕ IF Y = 3 THEN PRINT AT F, 14; "Z"
18ϕ FOR J = 17 TO 23 STEP 3
19ϕ IF Y = 1 THEN PLOT J, 31
2ϕϕ IF Y = 1 THEN UNPLOT J, 31
21ϕ NEXT J
22ϕ NEXT F
23ϕ IF INKEY $ = "H" THEN GOSUB 410
24ϕ IF Y = 1 THEN PRINT AT 6, ϕ "△△△△△△△"; TAB ϕ; "△△△△△△";
   TAB ϕ; "△△△△△"
25ϕ IF Y = 3 THEN PRINT AT 3, 1ϕ; "△△△△△△△△△△△"; TAB ϕ; "△△△△△△△△△"
26ϕ LET Y = Y+1
27ϕ REM UPSTROKES
28ϕ IF Y = 4 THEN PRINT AT 6, 22; "=> EXHAUST"; TAB 24; "VALUE"; TAB 24; "OPEN"
29ϕ PRINT AT 6, 12; V$(Y); AT 12, 19; L$(Y); TAB 23;"STROKE"
295 FOR F = 1ϕ TO 7 STEP-1
3ϕϕ IF INKEY $ = "S" THEN GOSUB 45ϕ
31ϕ PRINT AT F, X; S$; TAB X; P$; TAB X; P$; TAB X; P$; TAB X; S$
32ϕ FOR J = 34 TO 4ϕ STEP 3
33ϕ IF Y = 4 THEN PLOT J, 31
34ϕ UNPLOT J, 31
```

```
35ø   NEXT J
36ø   NEXT F
37ø   IF INKEY $ = "H" THEN GOSUB 41ø
38ø   IF Y = 4 THEN PRINT AT 6, 22; "△△△△△△△△△△△△"; TAB 24;
      "△△△△△△△" ; TAB 24; "△△△△△△"
39ø   NEXT I
4øø   GOTO 7ø
41ø   PRINT AT 2ø, ø; "OR ::G::"; TAB ø; "GO TO"
42ø   IF INKEY $< >"G" THEN GOTO 42ø
43ø   PRINT AT 2ø, ø; "OR ::H::"; TAB ø; "TO HALT"
44ø   RETURN
45ø   FOR M = 1 TO 18
46ø   NEXT M
47ø   RETURN
48ø   SAVE "FOUR STROKE"
49ø   RUN
5øø   REM DRAW INFO + VALUE
51ø   LET P$ = "  "
52ø   LET S$ = "△△△△△"
53ø   DIM V$(4,5)
54ø   LET V$(1) = "  "
55ø   LET V$(2) = "  "
56ø   LET V$(3) = "  "
57ø   LET V$(4) = "  ".
58ø   DIM L$ (4, 11)
59ø   LET L$(1) =  "△△△△△ INTAKE"
6øø   LET L$(2) = "COMPRESSION"
61ø   LET L$(3) = "△△△△   +POWER+"
62ø   LET L$(4) = "△△△△ EXHAUST"
63ø   REM DRAW ENGINE BODY
64ø   PRINT AT 5, 8; "  "; AT 6, 8;
      "  "; AT 6, 17; "  "
65ø   FOR K = 7 TO 14
66ø   PRINT AT K, 11; "□△△△△△□"
67ø   NEXT K
68ø   PLOT 29, 9
69ø   LET R = 8
7øø   LET C = 29
71ø   LET L = 9
72ø   FOR K = 135 TO 399 STEP 6
73ø   LET P = F* PI/18ø
74ø   PLOT C + R * COS P, L + R * SIN P
75ø   NEXT K
76ø   SLOW
77ø   RETURN
```

*หมายเหตุ
△ หมายถึงช่องว่าง
▭ หมายถึงกราฟิค



รูปที่ 2 ภาพแสดงการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

เมื่อพ่อมดใช้เวทมนตร์เสร็จก็ปรากฏภาพขึ้นบนจอ เป็นภาพที่เคลื่อนไหวได้ แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ดังรูปที่ 2

ถ้าใครมีของวิเศษเช่นเดียวกับพ่อมดใจดีผู้นี้ ก็ทดลองเวทมนตร์บทนี้ได้เลยนะครับ สำหรับคุณที่มีของวิเศษแบบอื่น ไม่ต้องเสียใจนะครับ ผมจะอธิบายหลักเกณฑ์ให้ เชื่อว่าคุณๆ คงทำได้เช่นเดียวกัน โดยก่อนอื่นเราต้องมาทำความเข้าใจกับการทำงานของเครื่องยนต์เสียก่อน

เครื่องยนต์ ๔ จังหวะ มีการทำงานเป็น ๔ ขั้นตอน คือ

๑. จังหวะดูด (INTAKE STROKE) ลูกสูบจะเลื่อนลงพร้อมวาล์วจะเปิด ไอดีจะถูกดูดจากท่อไอดีเข้าไปในกระบอกสูบ

๒. จังหวะอัด (COMPRESSION STROKE) วาล์วจะปิด ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นไปอัดไอดีในกระบอกสูบให้มีปริมาณเล็กลง

3. จังหวะส่งกำลัง (POWER STROKE) ประกายไฟจากหัวเทียนจะทำให้ไอดีระเบิด เผาไหม้ส่งกำลังไปดันลูกสูบเลื่อนลงมา

4. จังหวะคาย (EXHAUST STROKE) วาล์วจะเปิดพร้อมกับลูกสูบจะเลื่อนขึ้นดันไอเสียออกไปทางท่อไอเสีย

เมื่อเข้าใจการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะดีแล้ว เราก็จะมากำหนดแบบโครงสร้างของโปรแกรม (planing program chart) ดังรูปที่ 3

โปรแกรมประกอบด้วยโครงสร้างหลักสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนแสดงภาพเครื่องยนต์และคำอธิบาย (ENGINE BODY)
2. ส่วนแสดงการเลื่อนลงของลูกสูบ (DOWN STROKE)
3. ส่วนแสดงการเลื่อนขึ้นของลูกสูบ (UP STROKE)

และซับรูทีนย่อย 2 ส่วน คือ

1. ส่วนหน่วงการทำงานให้ช้าลง (SLOW)
2. ส่วนหยุดการทำงานให้ค้างไว้ (STOP)

1. ส่วนแสดงภาพเครื่องและคำอธิบายประกอบด้วย PRINT และ PLOT ให้เป็นรูปเครื่องยนต์ คำอธิบายจังหวะการทำงานจะถูกเก็บไว้ในรูปของ STRING

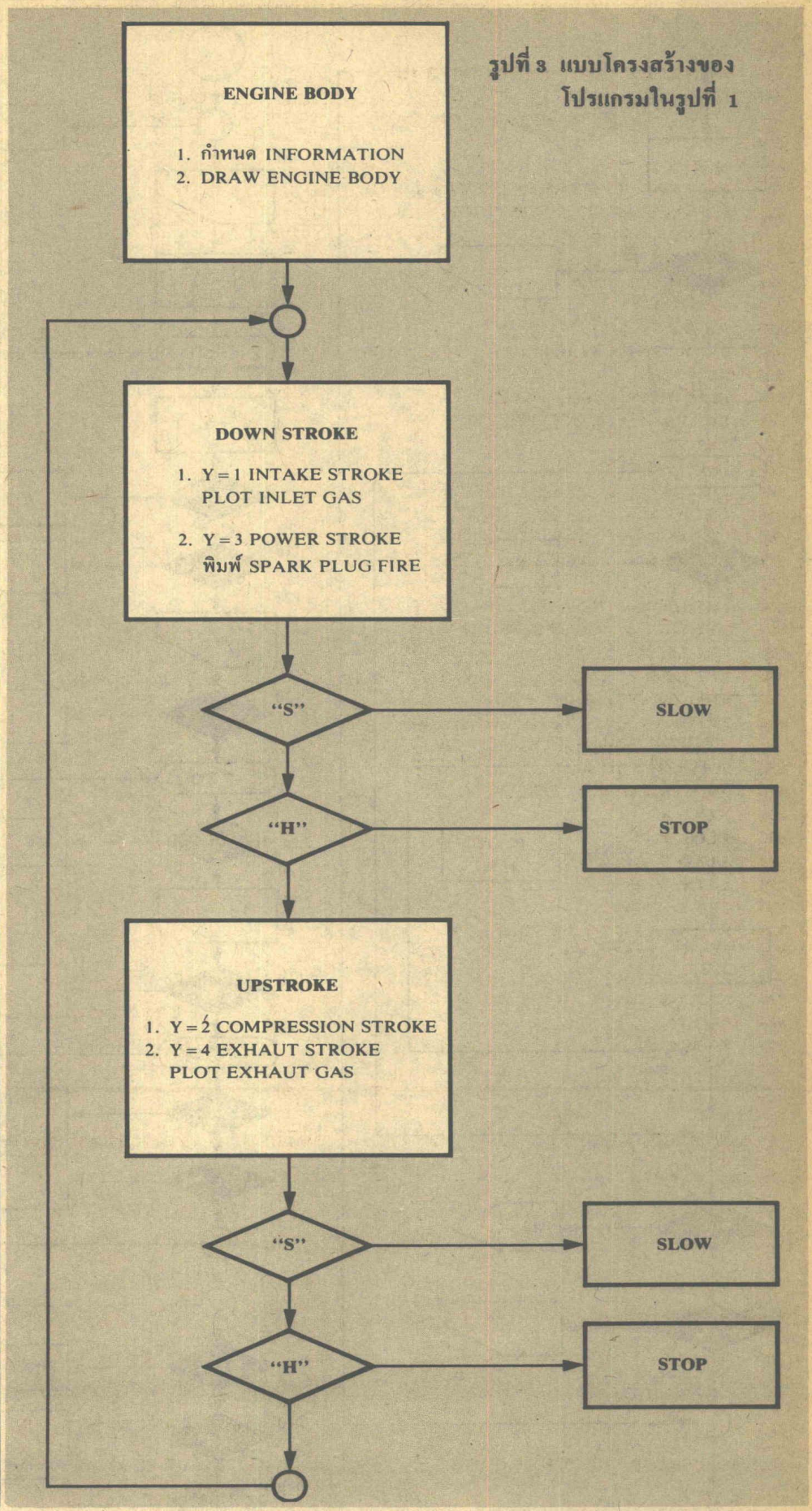
2. ส่วนแสดงการเลื่อนลงของลูกสูบ เป็นการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในการพิมพ์ เพื่อให้เกิดการเลื่อนลงของภาพลูกสูบ เพื่อแสดงการทำงานในจังหวะที่ 1 (INTAKE STROKE) และจังหวะที่ 3 (POWER STROKE)

3. ส่วนแสดงการเลื่อนขึ้นของลูกสูบ ใช้หลักการเช่นเดียวกับส่วนที่ 2 แสดงการทำงานในจังหวะที่ 2 (COMPRESSION STROKE) และจังหวะที่ 4 (EXHAUST STROKE)

ซับรูทีน ย่อย

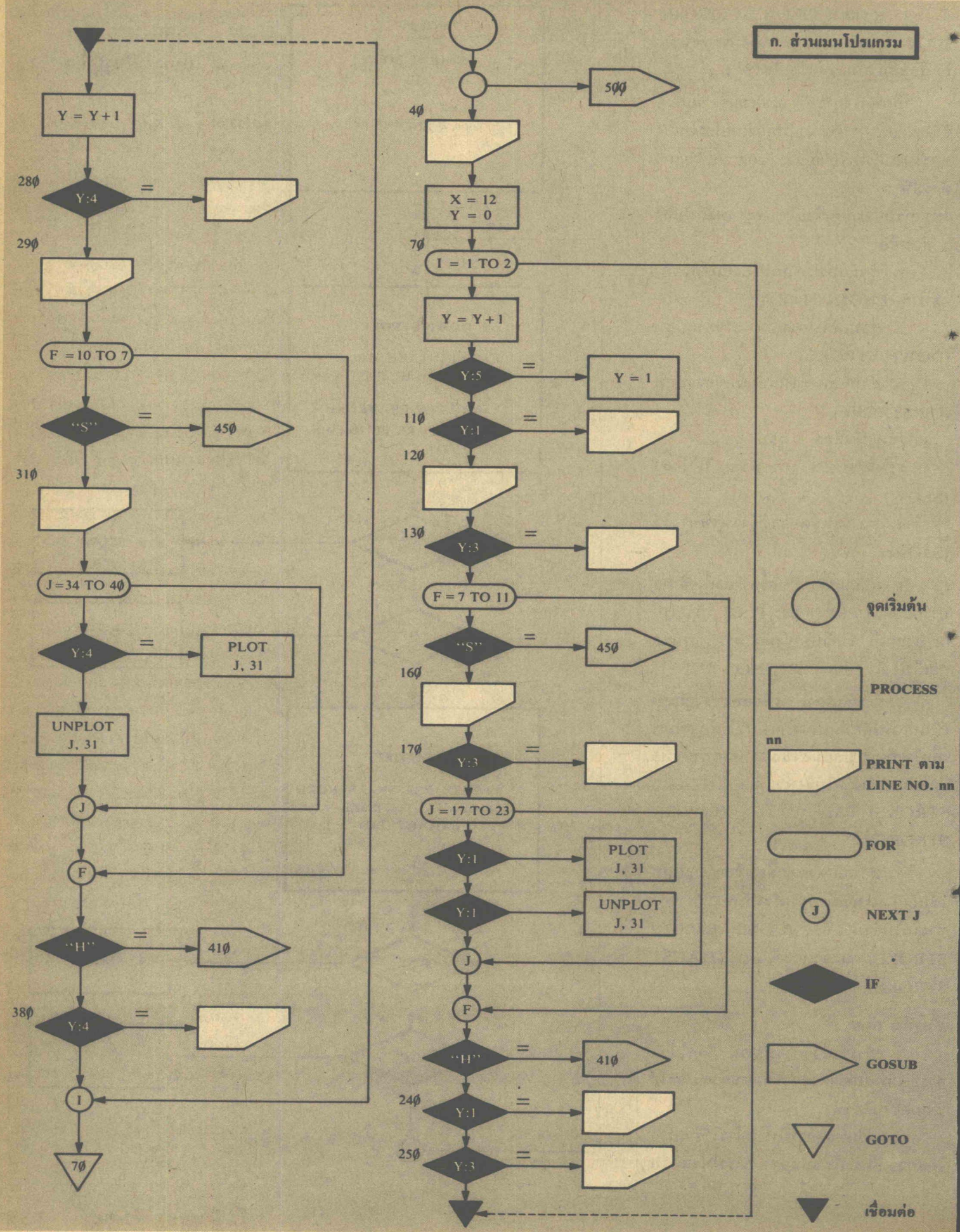
1. ส่วนหน่วงการทำงาน โดยใช้วิธีการลูป เพื่อให้จังหวะการทำงานช้าลง จะได้สังเกตเห็นได้ชัด

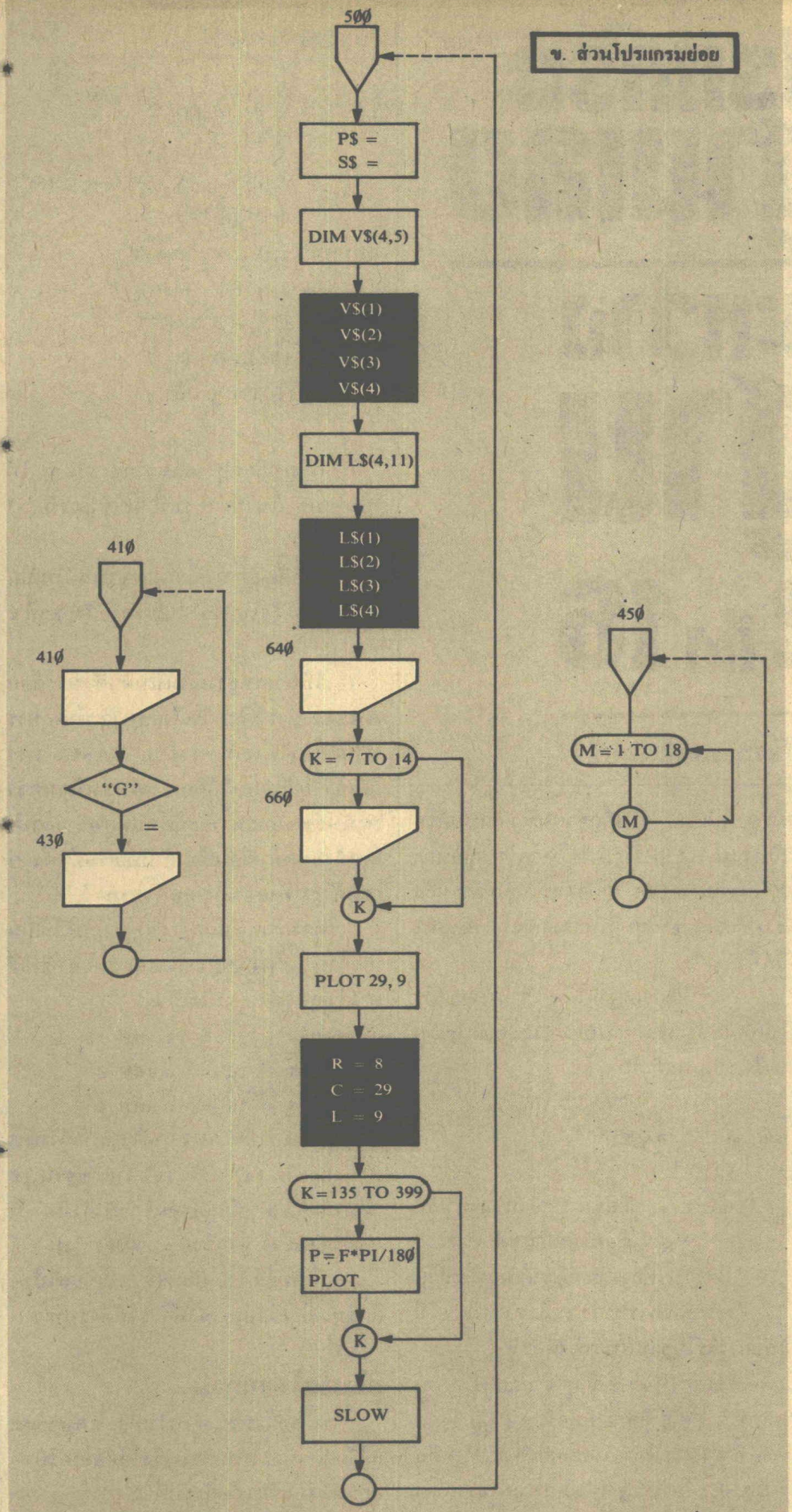
2. ส่วนหยุดการทำงานค้างไว้ชั่วคราว โดยการตัดการเชื่อมต่อของช่วงโปรแกรม



รูปที่ 3 แบบโครงสร้างของโปรแกรมในรูปที่ 1

รูปที่ 4 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงาน





ทำให้โปรแกรมทำงานค้างไว้ เพื่อจะได้เห็นภาพนิ่ง

เมื่อเรากำหนดโครงรูปแบบโครงสร้างของโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเราจะสร้างผังงานเพื่อเขียนโปรแกรมที่สมบูรณ์ต่อไป

จากผังงานรูปที่ 4 จะอธิบายการทำงานของโปรแกรมโดย เริ่มต้นจากบรรทัดที่ 3Ø กระโดดไปยังโปรแกรมย่อย แสดงภาพเครื่องยนต์ที่บรรทัด 5ØØ–77Ø รอบการเลื่อนลงของลูกสูบ (DOWN STRUKE) อยู่ระหว่างบรรทัดที่ 8Ø–22Ø จังหวะการทำงานจะถูกกำหนดโดยค่า Y ในบรรทัดที่ 9Ø โดยจังหวะดูด (INTAKE STROKE) จะถูกเช็คที่บรรทัดที่ 11Ø และจังหวะส่งกำลัง (POWER STROKE) จะถูกเช็คที่บรรทัดที่ 13Ø และ 17Ø การแสดงรูปลูกสูบในบรรทัดที่ 16Ø จะถูกกำหนดด้วยค่าของ F ในลูปบรรทัดที่ 14Ø–22Ø ลูประหว่างบรรทัดที่ 18Ø–21Ø จะแสดงภาพ INLET GAS โปรแกรมสามารถทำให้ช้าลงด้วยบรรทัดที่ 15Ø และหยุดนิ่งด้วยบรรทัดที่ 23Ø รอบการเลื่อนขึ้นของลูกสูบ อยู่ระหว่างบรรทัดที่ 27Ø–36Ø จังหวะคาย(EXHAUST STROKE) จะถูกเช็คด้วยบรรทัดที่ 28Ø และ 38Ø การแสดงรูปลูกสูบเลื่อนขึ้นในบรรทัดที่ 31Ø ถูกกำหนดด้วยค่า F ในลูปบรรทัดที่ 295–36Ø บรรทัดที่ 3ØØ ทำให้ช้าลง บรรทัดที่ 37Ø จะหยุดนิ่ง EXHAUST GAS แสดงด้วยลูปบรรทัดที่ 32Ø–35Ø โปรแกรมย่อยบรรทัดที่ 41Ø–44Ø ทำให้ภาพหยุดนิ่ง โปรแกรมย่อยที่ 45Ø–47Ø ทำให้ภาพเคลื่อนช้าลง และโปรแกรมย่อยที่ 5ØØ–77Ø แสดงภาพลูกสูบและกำหนดการทำงานเมื่อโหลดโปรแกรมนี้จากเทป โปรแกรมจะเริ่มทำงานเองทันทีที่โหลดเสร็จ

ความฝันที่ทำให้ออโตสามารถนำไปสร้างเครื่องยนต์จนสำเร็จ ยังไม่จบนะครับ จะนำมาเล่าให้ฟังต่อในคราวต่อไป สำหรับในครั้งนี้ คิดว่าคุณคงจะมีความคิดสร้างสรรค์อะไรดี อย่าลืมส่งมาแนะนำกันบ้างนะครับ

โปรแกรมเปลี่ยนฐานเลขระหว่างฐาน 2 ถึง 16

วัชระ รอดสัมฤทธิ์

อันที่จริงเราสามารถหาโปรแกรมเปลี่ยนฐานเลขที่เขียนสำเร็จรูปไว้แล้วได้ง่าย แต่โดยทั่วไปมักจะเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อเปลี่ยนฐานเลขระหว่างฐานใดฐานหนึ่งเท่านั้น ในภาษา MBASIC ก็มีคำสั่งเปลี่ยนฐานเลขอยู่สองคำสั่งคือ OCT$(X) และ HEX$(X) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนค่า X ในเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานแปด และฐานสิบหกตามลำดับ แต่โปรแกรมที่จะนำเสนอต่อไปนี้ เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้เปลี่ยนฐานเลขใดๆ ซึ่งอยู่ระหว่างฐาน 2 ถึง 16 ผู้ใช้สามารถดัดแปลงให้เปลี่ยนค่าตัวเลขให้ได้มากกว่าฐาน 16 ก็ได้ ภาษาที่ใช้เขียนเป็นภาษา MBASIC ที่ใช้ในเครื่องไอบีเอ็มพีซี

หลักการ

โปรแกรมนี้เขียนขึ้นโดยอาศัยหลักการดังนี้ "เมื่อ X เป็นจำนวนเลขในฐานใดๆ (สมมติให้เป็นฐาน BASE1) ต้องการเปลี่ยนค่า X ให้เป็นเลขในอีกฐานหนึ่ง (สมมติให้เป็นฐาน BASE2) ทำได้โดยการเปลี่ยนค่า X ในฐาน BASE1 ให้เป็นเลขในฐานสิบ แล้วจึงเปลี่ยนเลขฐานสิบนี้ให้เป็นเลขฐาน BASE2 อีกทีหนึ่ง"

การเปลี่ยนเลขฐานใดๆ (ฐาน BASE1) ให้เป็นเลขฐานสิบ (DEC, Decimal base) หาได้จากสูตรที่ 1

$$DEC = \sum_{N=1}^{L} V_N(BASE1)^{L-N}$$

เมื่อ L คือจำนวนหลักของตัวเลข

V_N คือตัวเลขในหลักที่ N

BASE1 คือฐานเลขที่เราต้องการเปลี่ยน

เช่นต้องการหาว่า (2017) ฐาน 8 มีรูปอย่างไรในฐานสิบก็ทำได้ดังนี้

(2017) ฐาน 8 มีอยู่ 4 หลัก (L = 4) หลักที่ 1 (V_1) คือ 2 หลักที่ 2 (V_2) คือ 0 หลักที่ 3 (V_3) คือ 1 และหลักที่ 4 (V_4) คือ 7 BASE1 คือ 8 (ฐาน 8) แทนค่าต่างๆ ลงในสูตรที่ (1) จะได้

$$DEC = \sum_{N=1}^{4} V_N(8)^{4-N}$$

$$= V_1(8)^{4-1} + V_2(8)^{4-2} + V_3(8)^{4-3} + V_4(8)^{4-4}$$

แทนค่า V_1, V_2, V_3 และ V_4

$$= 2 \times 8^{4-1} + 0 \times 8^{4-2} + 1 \times 8^{4-3} + 7 \times 8^{4-4}$$

$$= 1024 + 0 + 8 + 7$$

$$= (1039)\ \text{ฐานสิบ}$$

การเปลี่ยนฐานเลขจากฐานใด ๆ ให้เป็นฐานสิบในโปรแกรมนี้ จะใช้สูตรที่ (1) คำนวณ

เมื่อต้องการเปลี่ยนเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานอื่น (ฐาน BASE2) ทำได้ดังสูตรที่ 2 ดังนี้

ให้นำเลขฐานสิบเป็นตัวตั้งหารด้วย BASE2 หารได้เท่าไรเก็บเศษไว้ นำผลหารที่ได้เป็นตัวตั้งแล้วหารด้วย BASE2 หารได้เท่าไรเก็บเศษไว้อีก ทำเช่นนี้จนกว่าผลลัพธ์ของการหารจะมีค่าเป็นศูนย์ แล้วนำเศษทั้งหมดมาเขียนเรียงกันโดยเริ่มต้นตั้งแต่เศษตัวสุดท้ายจนถึงเศษตัวแรก

ต้องการเปลี่ยน (1039) ฐานสิบ ให้เป็นเลขฐาน 16 (BASE2 = 16) โดยอาศัยวิธีการในสูตรที่ 2 จะได้เป็น

1039 ÷ 16 = 64 เศษ 15

64 ÷ 16 = 4 เศษ 0

4 ÷ 16 = 0 เศษ 4

เรียงลำดับเศษจากตัวสุดท้ายไปหาตัวแรกจะได้ (4) (0) (15) ในเลขฐาน 16 เราแทน "15" ด้วยตัวอักษร F ดังนั้น

(1039) ฐานสิบ = (40F) ฐาน 16

นำสูตรที่ (1) และ (2) มาเขียนโปรแกรม เมื่อเขียนเสร็จแล้วจะได้ดังรูปที่ 1

อธิบายโปรแกรม

เพื่อความสะดวกในการศึกษาและแก้ไขดัดแปลงโปรแกรม จึงได้อธิบายโปรแกรมแต่ละบรรทัดดังรูปที่ 2